

ROOT SECTION FOR MOUNTING MOVING BLADE TO ROTOR

Publication number: JP6010606 (A)

Publication date: 1994-01-18

Inventor(s): ROJIYAA UORUTAA HEINIGU +

Applicant(s): WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP +

Classification:

- international: F01D5/30; F01D5/00; (IPC1-7): F01D5/30

- European: F01D5/30B

Application number: JP19930061913 19930322

Priority number(s): US19920856997 19920324

Also published as:

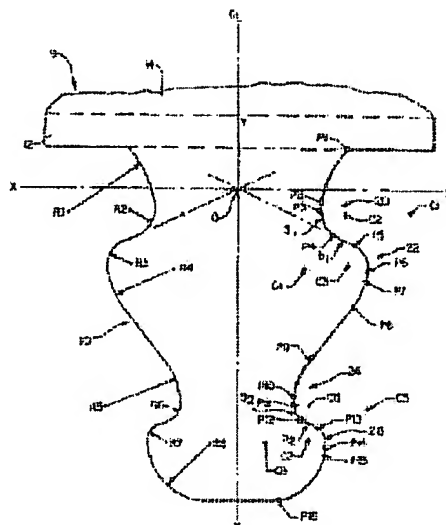
US5176500 (A)
KR100270342 (B1)
IT1263340 (B)
ES2070720 (A2)
ES2070720 (R)

more >>

Abstract of JP 6010606 (A)

PURPOSE: To provide two-lug side-entry turbine blade root attachment that has an improved producibility while fraise is used in groove formation.

CONSTITUTION: A blade root 10 has a center line CL, that is the common central line of groove, in the groove that has the configuration nearly as the same as the configuration of the blade root, an upper neck 20 formed symmetrically to the center line CL, and an upper lug 22 formed symmetrically to the center line CL below the upper neck 20. And, at least, a lower neck 24 formed symmetrically to the center line CL below the upper lug 22, and a lower lug 26 formed symmetrically to the center line CL below the lower neck 24 is provided. Each neck portions and each lug portions have special dimensional relations.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-10606

(43)公開日 平成6年(1994)1月18日

(51)Int.Cl.⁶

F 0 1 D 5/30

識別記号

庁内整理番号

7825-3G

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数1(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-61913

(22)出願日 平成5年(1993)3月22日

(31)優先権主張番号 07/856997

(32)優先日 1992年3月24日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590004419

ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

アメリカ合衆国、ペンシルベニア州、ピッツバーグ、ゲイトウェイ・センター (番地なし)

(72)発明者 ロジャー・ウォルター・ヘイニグ

アメリカ合衆国、フロリダ州、ココア・ビーチ、ヤット・ヘイブン 32

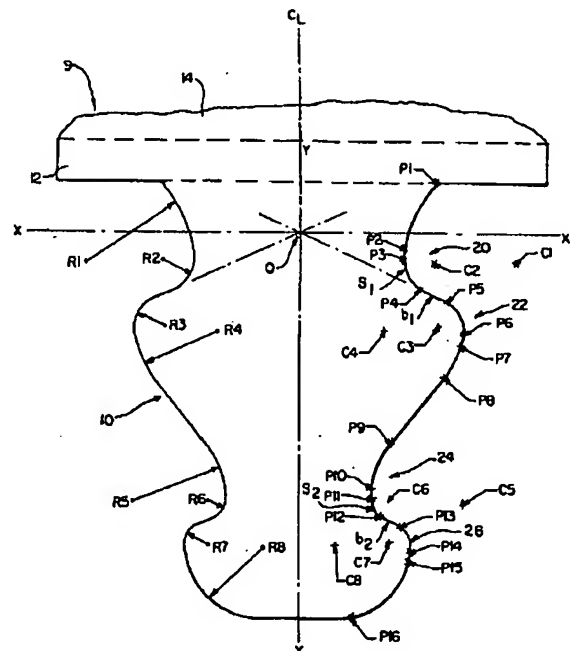
(74)代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54)【発明の名称】 動翼をロータに取り付けるための根元部

(57)【要約】

【目的】 溝形成にフライス削りが用いられるときに改良された製造性を有する、2つの出張り部のある側入型のタービン動翼根元部を提供する。

【構成】 根元部10は、同根元部の形状に略々一致する形状を有する溝内で該溝と共通の中心線CLを有し、該中心線CLに対して対称的に形成された最上位のネック部20と、該最上位のネック部20の下方に上記中心線CLに対して対称的な形状に形成された最上位の出張り部22と、該最上位の出張り部22の下方に上記中心線CLに対して対称的な形状に形成された最下位のネック部24と、該最下位のネック部24の下方に上記中心線CLに対して対称的な形状に形成された最下位の出張り部26とを少なくとも備え、各ネック部及び各出張り部が特別な寸法関係にある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータに形成されたある形状を有する溝内に、該溝と共通の中心線を有するように、動翼を取り付けるための、前記ロータの前記形状に実質的に対応する形状を有する根元部であって、前記中心線に対して対称的な形状に形成された最上位のネック部と、

前記最上位のネック部の下方に前記中心線に対して対称的な形状に形成された最上位の出張り部であって、前記中心線の各側に、始点及び終点によって長さが画定される平坦支承面 b_1 と、該平坦支承面 b_1 の前記始点と共存する終点によって弧の長さが画定される半径R2のアール付き丸み面 s_1 とを有しており、前記平坦支承面 b_1 は、始点よりも終点の方が前記中心線から大きな水平方向距離のところにある該始点及び該終点によって画定される前記溝の対応する平坦支承面と面接触し、前記溝は、該溝の前記平坦支承面の前記終点と共存する始点によって弧の長さが画定される半径R3のアール付き丸み面を含み、前記根元部の前記平坦支承面 b_1 と前記溝の前記平坦支承面との間の接触領域は、前記溝の前記平坦支承面の前記始点から前記根元部の前記平坦支承面の前記終点までの長さ l_1 に亘って延在している、前記最上位の出張り部と、

該最上位の出張り部の下方に前記中心線に対して対称的な形状に形成された最下位のネック部と、

該最下位のネック部の下方に前記中心線に対して対称的な形状に形成された最下位の出張り部であって、該中心線の各側に、始点及び終点によって長さが画定される平坦支承面 b_2 と、該平坦支承面 b_2 の前記始点と共存する終点によって弧の長さが画定される半径R6のアール付き丸み面 s_2 とを有しており、前記平坦支承面 b_2 は、始点よりも終点の方が前記中心線から大きな水平方向距離のところにある該始点及び該終点によって画定される前記溝の対応する平坦支承面と面接触し、前記溝は、始点と該溝の前記平坦支承面の前記終点と共存する終点とによって弧の長さが画定される半径R7のアール付き丸み面を含み、前記根元部の前記平坦支承面 b_2 と前記溝の前記平坦支承面との間の接触領域は、前記溝の前記平坦支承面の前記始点から前記根元部の前記平坦支承面の前記終点までの長さ l_2 に亘って延在している、前記最下位の出張り部と、

を備え、前記長さ l_2 対 l_1 の比は約0.76であり、前記半径R3対R2の比は約1.0であり、前記半径R7対R6の比は約1.55である、動翼をロータに取り付けるための根元部。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の背景】本発明は蒸気タービン動翼に関し、特に、機械加工された溝の中に組み付けられる比較的小さな動翼と共に用いられる2つの出張り部を有する側入型

のタービン動翼取付構造に関するものである。

【0002】タービン動翼はタービンロータに種々の方法で取り付けられ得る。1つの公知構造としては、縦の木状の側入型の根元部の使用である。この根元部の名前は、最下位から最上位にかけて大きさが全般的に増大する少なくとも2つの出張り部を採用しているという事実由来している。

【0003】この基本的な縦の木状根元部形態は、複数の潜在的な荷重路を有しており、該荷重路に結果的に生ずる応力の大きさは、根元部とそれに対応する溝との間の初期的な嵌合の精度に依存する。これ等の応力は、高サイクル疲労、低サイクル疲労及び応力腐食割れのような潜在的な破損メカニズムに対して特に関係している。

【0004】縦の木状の根元部を有する動翼は、該根元部における振動の中立軸線がタービンロータの軸線に略々平行する重要な振動モードの影響を特性的に受け易い。かかる振動性の挙動のため、縦の木状根元部の複数の最上位のランド部は、根元部全体の剛性と荷重支持能力の大きな部分を提供する。この理由のために、これ等の最上位のランド部がタービン運転中に緊密な接触状態となっていることが特に重要である。製造公差は、この緊密な接触状態が最上位のランド部表面で生ずると同時に、動翼締め付け構造全体に亘ってピーク応力を最小化することを確保すべく選択されなければならない。

【0005】これ等の目的を達成するために、縦の木状の根元部は、タービンが停止状態にあるときに下方のランド部上に非常に小さな間隙を与える中間公差寸法 (median tolerance dimensions) でしばしば設計される。この中間下方ランド部の間隙の大きさは公差自体の関数である。所定の縦の木状根元部設計と適用のために、より大きな公差はより大きな中間下方ランド部間隙を要求して、最上位ランド部がタービン運転中に緊密な接触状態となっていることを確保する。

【0006】ある特性は、製造公差の偏差の大きさを増大する傾向がある。かかる特性の1つは、密接して隣合う列において、列毎に異なるロータ径、根元部構造又は動翼数を用いることである。これ等の特徴のいずれもが溝の製造方法としてブローチ削りの採用を阻み、その代わりに、本質的により精度の落ちるフライス盤による方法の採用を要求する。関連する特性は下方出張り部の幅である。幅が大きくなるとフライスに与える荷重が増大し、その切削路の精度を減ずる。

【0007】また、動翼、根元部及び溝のある特性は製造公差の偏差の寸法的影響を増大する傾向がある。これ等は小さな絶対的サイズと、加えられる比較的低い安定荷重とを含む。

【0008】動翼のある特性は、根元部のその対応する溝内への不精密な嵌合により、悪い結果を生ずる可能性を増大する傾向がある。かかる特性のうちの重要な1つは、振動の最下位モードが脱調して、それ等が共振状態

となることが許容される設計である。低いモードは、動翼における何れの所よりも根元部に最大の高サイクル疲労応力を生じ易い。脱調した動翼は、一般的に、同一タービンにおける他の動翼に比べてサイズが小さい。

【0009】遠心荷重が加わった際にゼロ間隙（面対面の接触）が出張り部即ち尖ったランド部で生じなければならないことを留意して、許容され得る最大及び最小の間隙で根元部及び溝の輪郭を決定することは非常に難しい。2つの出張り部を有する側入型のタービン動翼のためには、その2つの出張り部に対応して2つのみのランド部がある（対称面でもある根元部中心線の両側に配置された左右のランド部であり、各出張り部に2つ、合計4つのランド部がある。）。

【0010】従って、多くの時間及び労力が蒸気タービン或はガスタービン用の各動翼取付構造の設計にとられる。側入型のタービン動翼根元部を設計する先行技術に係る方法の一例としては米国特許第4,692,976号明細書に示されている。その米国特許には、動翼根元部に作用する遠心荷重及び曲げ荷重に帰因する著しく低減された応力集中で、計測し得る2つの出張り部（又は舌状部）を有する側入型のタービン動翼を製造する方法が開示されている。その動翼の設計は全応力集中点における応力を均等化している。動翼取付構造の製作に要求される精度の結果として、動翼の根元部及び溝の表面は、それ等の各半径の長さ、各半径についての旋回中心の位置と、各湾曲部の始点及び終点と、2つの出張り部のそれぞれに関連したランド部（又は平坦部）の長さによって画定される。

【0011】米国特許第4,824,328号明細書には、違う種類のタービン動翼取付構造が開示されており、動翼の根元部及び溝の輪郭は特殊な関係によって画定されている。

【0012】溝製作がフライス削りによって行われる必要があるときの製造公差の偏差の大きさを低減するタービン動翼に対する必要性が依然として存在している。また、特に高サイクル疲労及び応力腐食割れに関して、製造公差の偏差の悪い結果を低減するタービン動翼取付構造に対する必要性が引き続き存る。

【0013】

【発明の概要】従って、本発明の目的は、予想される公差の偏差の大きさを低減するように、フライス削りを使用して溝を形成するときの製造性を改良する、2つの出張り部を有する側入型タービン動翼取付構造を提供することである。

【0014】本発明の他の目的は、動翼径方向位置の組立公差に対するより小さな影響と全ての嵌合状態下における著しくより低められた出張り部の応力と共に、根元部及び溝の製造公差に対するより小さな影響を有する、2つの出張り部がある側入型のタービン動翼取付構造を提供することである。

【0015】これ等の目的及び他の目的を達成するために、本発明は、ロータに形成されたある形状を有する溝内に、該溝と共通の中心線を有するように、動翼を取り付けるための、前記ロータの前記形状に実質的に対応する形状を有する根元部であって、前記中心線に対して対称的な形状に形成された最上位のネック部と、前記最上位のネック部の下方に前記中心線に対して対称的な形状に形成された最上位の出張り部であって、前記中心線の各側に、始点及び終点によって長さが画定される平坦支承面 b_1 と、該平坦支承面 b_1 の前記始点と共存する終点によって弧の長さが画定される半径 R_2 のアール付き丸み面 s_1 とを有しており、前記平坦支承面 b_1 は、始点よりも終点の方が前記中心線から大きな水平方向距離のところにある該始点及び該終点によって画定される前記溝の対応する平坦支承面と面接触し、前記溝は、該溝の前記平坦支承面の前記終点と共存する始点によって弧の長さが画定される半径 R_3 のアール付き丸み面を含み、前記根元部の前記平坦支承面 b_1 と前記溝の前記平坦支承面との間の接触領域は、前記溝の前記平坦支承面の前記始点から前記根元部の前記平坦支承面の前記終点までの長さ l_1 に互って延在している、前記最上位の出張り部と、該最上位の出張り部の下方に前記中心線に対して対称的な形状に形成された最下位のネック部と、該最下位のネック部の下方に前記中心線に対して対称的な形状に形成された最下位の出張り部であって、該中心線の各側に、始点及び終点によって長さが画定される平坦支承面 b_2 と、該平坦支承面 b_2 の前記始点と共存する終点によって弧の長さが画定される半径 R_6 のアール付き丸み面 s_2 とを有しており、前記平坦支承面 b_2 は、始点よりも終点の方が前記中心線から大きな水平方向距離のところにある該始点及び該終点によって画定される前記溝の対応する平坦支承面と面接触し、前記溝は、始点と該溝の前記平坦支承面の前記終点と共存する終点とによって弧の長さが画定される半径 R_7 のアール付き丸み面を含み、前記根元部の前記平坦支承面 b_2 と前記溝の前記平坦支承面との間の接触領域は、前記溝の前記平坦支承面の前記始点から前記根元部の前記平坦支承面の前記終点までの長さ l_2 に互って延在している、前記最下位の出張り部と、を備え、前記長さ l_2 対 l_1 の比は約0.76であり、前記半径 R_3 対 R_2 の比は約1.0であり、前記半径 R_7 対 R_6 の比は約1.55である、根元部を提供している。

【0016】実施態様では、最上位のネック部の幅を w_1 、最下位のネック部の幅を w_2 とすると、幅 w_2 対幅 w_1 の比は約0.69であり、半径 R_2 対幅 w_1 の比は約0.15であり、半径 R_3 対幅 w_1 の比は約0.15であり、半径 R_6 対幅 w_1 の比は約0.08であり、半径 R_7 対幅 w_1 の比は約0.12であり、長さ l_1 対幅 w_1 の比は約0.13であり、長さ l_2 対幅 w_1 の比は約0.10である。

【0017】

【実施例】図において、タービン動翼9はプラットフォーム

ーム部 12 から下方へ延びる根元部 10 と、該プラットフォーム部 12 から上方へ延びる翼状部 14 とを含む。本発明の焦点が根元部 10 であるので、この翼状部 14 は実質的に取り除かれている。根元部の輪郭は図 1 に略々示されており、該根元部輪郭は、図 2 に示されるようにタービンのロータ 18 に形成された側入型の溝である対応溝 16 の輪郭に略々一致している。

【0018】図 1 に示されるように、根元部 10 は、上記プラットフォーム部 12 から下方へ延びている最上位のネック部 20 と、該最上位のネック部から下方へ延びている最上位の出張り部 22 と、該最上位の出張り部 22 から下方へ延びている最下位のネック部 24 と、該最下位のネック部 24 から下方へ延びている最下位の出張り部 26 とを有する。

【0019】根元部 10 の輪郭は、該根元部 10 の表面上に点 P1 ～ P16 を配置する座標点系によって画定さ*

* れる。この表面は根元部中心線 CL の両側において同等であり、点 P1 ～ P16 は座標点での符号を除けば根元部の左側でも同等である。

【0020】上記表面における複数の湾曲部については、半径 R1 ～ R8 が複数の湾曲表面を構成するために用いられる。各半径 R1 ～ R8 は、それぞれの旋回中心 C1 ～ C8 を有し、そこから該当する半径が対応する表面まで延びている。

【0021】下記の表 1 は、半径 R1 ～ R8 の寸法又は長さと共に（長さをインチで表す表 1 における半径についての寸法は本発明の好適な実施例であるが、本発明の実施には該寸法を縮小又は拡大して使用できる）、点 P1 ～ P16 と旋回中心 C1 ～ C8 との配置を座標点形式で詳細に示す。

【0022】

【表 1】

点	X	Y	半径画定				
			半径	寸法	中心	X	Y
P1	.30028914	+.10880000	R1	.2375	C1	.46247420	-.08469995
P2	.22700906	-.03367714					
P3	.22432500	-.05404933	R2	.0655	C2	.28926380	-.06260509
P4	.26158409	-.12198909					
P5	.31579521	-.14724616	R3	.0617	C3	.28972134	-.20318613
P6	.34985551	-.21697817					
P7	.34177111	-.25217557	R4	.1897	C4	.17637779	-.21418688
P8	.31085514	-.31769501					
P9	.19697976	-.46564145	R5	.1979	C5	.35380398	-.58635010
P10	.15759953	-.56049994					
P11	.15503058	-.57999842	R6	.0341	C6	.18883842	-.58445265
P12	.17442806	-.61535818					
P13	.21519182	-.63438514	R7	.0478	C7	.19499197	-.67768726
P14	.24157890	-.68838766					
P15	.23476727	-.71804376	R8	.1625	C8	.07639123	-.68166685
P16	.11639122	-.83916685					

【0023】最上位のネック部 20 は、中心点 C2 の X 座標から半径 R2 を差し引いて 2 倍することによって画定される幅 w_1 (図 4) を有する。

【0024】最上位の出張り部 22 は、根元部中心線 CL を中心として対称的に形成され且つ該中心線 CL の各側には平坦支承面 b_1 を有し、該平坦支承面の長さは始点

P4 及び終点 P5 によって画定されている。終点 P5 は、始点 P4 より、根元部中心線 CL からより大きな水平距離の所にある。この平坦支承面 b_1 は溝 16 での対応する平坦支承面 b_1' (図 2 における点 P4 及び P5 を参照) に対して、溝の点 P4 から根元部の点 P5 まで延びる長さ l_1 に互って面接触している。

【0025】アール付きの根元部丸み面 s_1 は根元部の始点P3及び終点P4によって画定され、該終点P4は根元部支承面 b_1 における始点P4と共存している。このアール付き根元部丸み面 s_1 は、根元部の旋回中心C2から引き出された該根元部の半径R2によって画定される。

【0026】アール付き溝丸み面 s_1' は溝における始点P5及び終点P6によって画定され、該始点P5は溝平坦支承面 b_1' の終点P5と共存している。このアール付き溝丸み面 s_1' は、溝の旋回中心C3から引き出された該溝の半径R3によって画定される。

【0027】同様にして、最下位のネック部24は、根元部の中心点C6に関する座標から該根元部の半径R6を差し引いて2倍することによって画定される幅 w_2 (図4)を有する。

【0028】最下位の出張り部26は、根元部中心線CLを中心として対称的に形成され且つ該中心線の各側には平坦支承面 b_2 を有し、該平坦支承面の長さは始点P12及び終点P13によって画定されている。終点P13は、始点P12より、根元部中心線CLからより大きな水平距離の所にある。この平坦支承面 b_2 は溝16での対

応する平坦支承面 b_2' (図2における点P12及びP13を参照) に対して、溝の点P12から根元部の点P13まで延びる長さ l_2 に互って面接触している。

【0029】アール付き根元部丸み面 s_2 は根元部の始点P11及び終点P12によって画定され、該終点P12は平坦な根元部支承面 b_2 における始点P12と共存している。アール付き根元部丸み面 s_2 は、根元部の旋回中心C6から引き出された該根元部の半径R6によって画定されている。

【0030】アール付き溝丸み面 s_2' は溝の始点P13及び終点P14によって画定され、該始点P13は溝平坦支承面 b_2' の終点P13と共存している。このアール付き溝丸み面 s_2' は、溝の旋回中心C7から引き出された該溝の半径R7によって画定されている。

【0031】先行するパラグラフに記載された寸法の全ては、根元部及び溝にとっての最大材料状態に近い名目上の寸法である。製造公差は、ロータが等温静止状態にあるときに根元部の平坦支承面 b_2 と溝の対応する平坦支承面 b_2' との間に0.01651mm (0.00065in) の中央値間隙を設定するように定められる。

【0032】本発明に従えば、溝における最下位のネック部24の幅 w_2 は、溝用のフライス刃物の剛性を増大するように半径R7及び接触長さ l_2 を犠牲にして増大せられ、それによって、溝接触面の位置の間における厳密な寸法的関係の制御を改良するようにしている。更に半径R3は増大せられ、決して完全ではない嵌合条件下、溝近辺におけるロータ内に存在するピーク応力を減ずるようにしている。相対寸法は比で表現することができ、 w_2 対 w_1 の比は約0.69、根元部のR2対 w_1 は約0.15、溝のR3対 w_1 の比は約0.15、根元部のR6対 w_1 の比は約0.08、溝のR7対 w_1 の比は0.12、 l_1 対 w_1 の比は約0.13、 l_2 対 w_1 の比は0.10である。

【0033】平坦支承面 b_1 及び b_2 の両方は横断面に対して25°である。更に、図1及び図2における複数の基準点を定量化するための座標系の決定において、根元部中心線CLはY軸をも形成し、X軸は平坦支承面 b_1 によるY軸の交差によって決定される。図1に示されるように、上方の2つの平坦支承面 b_1 を含む各平面はY軸と点Oで交差し、その点でY軸に直交して引き出された線がX軸である。

【0034】図4は根元部10の相対的な各種の寸法を示している。最上位のネック部20の幅 w_1 と最下位のネック部24の幅 w_2 の比は、約0.69である。更に、根元部10は好ましくは約0.948in (24.08mm) の高さhを有する。幅 w_2 は約0.3095in (7.861mm) であり、幅 w_1 は約0.4475in (11.367mm) である。 w_2 対hの比は約0.33であり、 w_1 対hの比は約0.47である。対応する溝の種々の部分の間の関係は、これ等2つの間の密接な公差により、略々同一となっている。

【0035】平坦支承面である b_1 及び b_1' の間と b_2 及び b_2' の間とのそれぞれにおける接触長さ或は接触領域 l_1 及び l_2 は、図5に示されるように平坦支承面に平行して測定される。図5は溝内に嵌合された根元部を示し、以下の表2に示されるように、溝の各種の寸法は根元部の各種の寸法と非常に接近している。

【0036】

【表2】

点	X	Y	半径面定				
			半径	寸法	中心	X	Y
P1	.30122907	+.10280000	R1	.2325	C1	.46247420	-.06469995
P2	.23196622	-.03433025					
P3	.22859738	-.05989998	R2	.0605	C2	.28857903	-.06780261
P4	.26301227	-.12263500					
P5	.31676360	-.14769789	R3	.0667	C3	.28857678	-.20814927
P6	.35358406	-.22308059					
P7	.34664422	-.25329486	R4	.1747	C4	.17637779	-.21418688
P8	.31481735	-.32074475					
P9	.19987712	-.47007463	R5	.1929	C5	.35273912	-.58773354
P10	.16149185	-.56253649					
P11	.15847147	-.58546135	R6	.0291	C6	.18732214	-.58926246
P12	.17502475	-.61563639					
P13	.21616022	-.63481667	R7	.0528	C7	.19384741	-.68267039
P14	.24530744	-.69449009					
P15	.24009975	-.71716306	R8	.1675	C8	.07685060	-.67966686
P16	.07685060	-.84716686					

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るタービン動翼における根元部の 30
輪郭を示す側面図である。

【図2】 図1の根元部が嵌合している溝の輪郭を示す
側面図である。

【図3】 図2の溝の他の側面図である。

【図4】 根元部の各種の寸法が示された、図1の根元
部の他の側面図である。

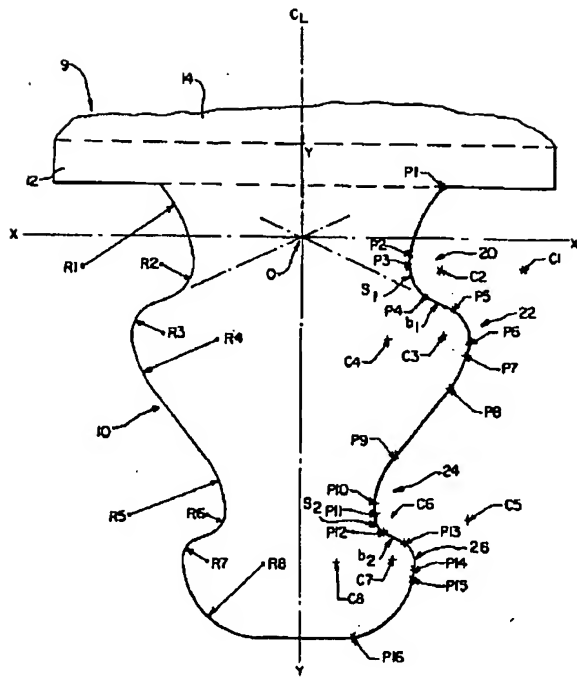
【図5】 名目上の根元部対溝の支承面接触を示す側面
図である。

【符号の説明】

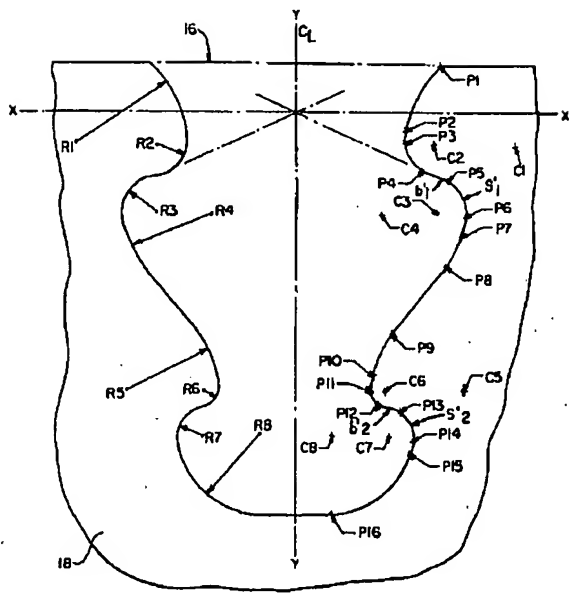
9…タービン動翼、10…根元部、16…溝、20…最 40

上位のネック部、22…最上位の出張り部、24…最下
位のネック部、26…最下位の出張り部、CL…中心
線、b₁…最上位の出張り部における平坦な根元部支承
面、b₁'…平坦な根元部支承面b₁に対応する平坦な溝
支承面、s₁…最上位の出張り部におけるアール付き根元
部丸み面、s₁'…アール付き丸み面s₁に対応するアール
付き溝丸み面、b₂…最下位の出張り部における平坦な根
元部支承面、b₂'…平坦な根元部支承面b₂に対応する平
坦な溝支承面、s₂…最下位の出張り部におけるアール付
き根元部丸み面、s₂'…アール付き根元部丸み面に対応
するアール付き溝丸み面。

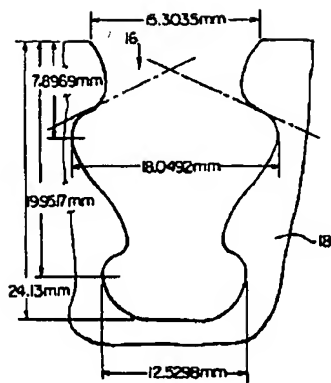
【図1】



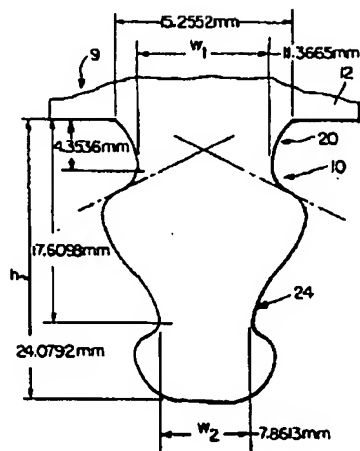
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

